

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Kiyotoshi NOHEJI

Application No.: UNASSIGNED

Group Art Unit: UNASSIGNED

Filed: July 9, 2003

Examiner:

For: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-207776

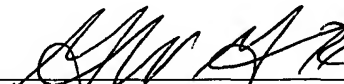
Filed: July 17, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: July 9, 2003

By:   
Gene M. Garner, II  
Registration No. 34,172

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 7月17日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-207776

[ST.10/C]:

[JP2002-207776]

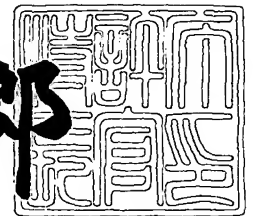
出 願 人  
Applicant(s):

富士通株式会社

2002年 9月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3071259

【書類名】 特許願

【整理番号】 0153268

【提出日】 平成14年 7月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明の名称】 光伝送装置

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目 3 番地 1    富士通東日本デジタル・テクノロジー株式会社内

    【氏名】 野辺地 清敏

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075384

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松本 昂

    【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001764

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書    1

    【物件名】 図面    1

    【物件名】 要約書    1

    【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、

直上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように制御し、

前記光増幅器の出力が一定に引き込まれるまで上流からの光信号を下流に出力しないことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】 伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、

上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御し、

前記波長分割多重された光信号のチャネル数が変化したときに出力一定制御を中止し所定の時間が経過した後に前記光増幅器の出力一定制御を再開することを特徴とする光伝送装置。

【請求項 3】 光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、

該光伝送路からの光を増幅する第 1 の光増幅器と、

該第 1 の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、

該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入か通過を切換える光スイッチと、

該光スイッチからの出力を増幅する第 2 の光増幅器と、

上流からの波長分割多重光のチャネル数に従って該第 1 の光増幅器の出力が一定になるように制御し、該第 1 の光増幅器の出力が一定に引き込まれるまでの間は該光スイッチによる挿入光以外を遮断する制御装置とを備えた光伝送装置。

【請求項 4】 光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、

該光伝送路からの光を増幅する第 1 の光増幅器と、

該第 1 の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、  
該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入  
か通過を切換える光スイッチと、  
該光スイッチからの出力を増幅する第 2 の光増幅器と、  
上流からの波長分割多重光のチャネル数に従って該第 1 の光増幅器の出力が一  
定になるように制御し、前記波長分割多重光のチャネル数が変化したときに該第  
1 の光増幅器の出力を一定にする制御を中止し、所定の時間が経過した後に再開  
する制御装置とを備えた光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は閉ループトポロジーに適用可能な光伝送装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、低損失（例えば 0. 2 d B / k m）な石英系の光ファイバの製造技術及  
び使用技術が確立され、光ファイバを伝送路とする光通信システムが実用化され  
ている。また、光ファイバにおける損失を補償して長距離の伝送を可能にするた  
めに、光信号又は信号光を増幅するための光増幅器が実用に供されている。

【 0 0 0 3 】

従来知られているのは、増幅されるべき信号光が供給される光増幅媒体と、光  
増幅媒体が信号光の波長を含む利得帯域を提供するように光増幅媒体をポンピン  
グ（励起）するポンピングユニットとから構成される光増幅器である。

【 0 0 0 4 】

例えば、石英系ファイバで損失が小さい波長 1. 5 5  $\mu$  m 帯の信号光を増幅す  
るために、エルビウムドープファイバ増幅器（E D F A）が開発されている。E  
D F A は、光増幅媒体としてエルビウムドープファイバ（E D F）と、予め定め  
られた波長を有するポンプ光を E D F に供給するためのポンプ光源とを備えてい  
る。0. 9 8  $\mu$  m 帯あるいは 1. 4 8  $\mu$  m 帯の波長を有するポンプ光を用いるこ  
とによって、波長 1. 5 5  $\mu$  m を含む利得帯域が得られる。

## 【 0 0 0 5 】

光ファイバによる伝送容量を増大させるための技術として、波長分割多重（WDM）がある。WDMが適用されるシステムにおいては、異なる波長を有する複数の光キャリアが用いられる。各光キャリアを独立に変調することによって得られた複数の光信号が光マルチプレクサにより波長分割多重され、その結果得られたWDM信号光が光ファイバ伝送路に送出される。受信側では、受けたWDM信号光が光デマルチプレクサによって個々の光信号に分離され、各光信号に基づいて伝送データが再生される。従って、WDMを適用することによって、多重数に応じて1本の光ファイバにおける伝送容量を増大させることができる。

## 【 0 0 0 6 】

このように、光増幅器を線形中継器として用いることによって、従来の再生中継器を用いる場合と比較して、中継器内における部品点数を大幅に削減して、信頼性を確保すると共に、大幅なコストダウンが可能になる。

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

このように基幹線路へのWDMの導入は近年盛んに実施されており、そのネットワークトポロジとしてはリング形態、即ち閉ループトポロジが一般的である。しかしながら、基幹線路の高速化に対して、都市部など中距離ネットワーク（メトロポリタンネットワーク）の領域ではWDMの導入は遅れており、単一波長による光通信システムあるいはメタルケーブルによる電気通信システムがいまだに主流である。このため、インターネットの普及や通信のブロードバンド化に伴い、メトロポリタンネットワークへのWDMの導入の要求が高まっている。

## 【 0 0 0 8 】

メトロポリタンネットワークは、通常、閉ループトポロジに沿って複数のノードを設けて構成される。これは、線路断線などの障害発生時においても安定な通信環境を提供することができるようにするためである。

## 【 0 0 0 9 】

一般的には、閉ループトポロジでは、WDMの特徴を生かして、各ノードで任意の単一又は複数の光信号のアッド・ドロップが行われる。そのために光スイ

タッチなどのデバイスが多用され、そこでの損失を補償するために各ノードは光増幅器を含む。その光増幅器は、ノードを通過する光信号の波長とアッド・ドロップする光信号の波長の違いやチャネル数の変化などに対応することができるように設計されている。また、伝送路の損失偏差を許容するために、必要とされる出力を維持するための出力一定制御（Automatic Level Control : ALC）も必要になる。

#### 【0010】

ALCを行う場合、その光増幅器に入力するWDM信号光のチャネル数を把握しておく必要があるので、チャネル数に関する情報を含む監視信号が上流側のノードから下流側のノードに伝送される。しかし、システムの立ち上げ時（コールドスタート時）にはアッド・ドロップのチャネル数などが定まらないのでチャネル数に関する情報が確定せずに、ノードの起動に手間がかかるという問題がある。

#### 【0011】

よって、本発明の目的は、ノードの起動などが容易で閉ループトポロジーに適用可能な光伝送装置を提供することである。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によると、伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように制御し、前記光増幅器の出力が一定に引き込まれるまで上流からの光信号を下流に出力しないことを特徴とする光伝送装置が提供される。

#### 【0013】

本発明の他の側面によると、伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御し、前記波長分割多重された光信号のチャネル数が変化したときに出力一定制御を中止し所定の時間が経過した後に前記光増幅器の出力一定制御を

再開することを特徴とする光伝送装置が提供される。

【 0 0 1 4 】

本発明の更に他の側面によると、光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、該光伝送路からの光を増幅する第1の光増幅器と、該第1の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入か通過を切替える光スイッチと、該光スイッチからの出力を増幅する第2の光増幅器と、上流からの波長分割多重光のチャンネル数に従って該第1の光増幅器の出力が一定になるように制御し、該第1の光増幅器の出力が一定に引き込まれるまでの間は該光スイッチによる挿入光以外を遮断する制御装置とを備えた光伝送装置が提供される。

【 0 0 1 5 】

本発明の別の側面によると、光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、該光伝送路からの光を増幅する第1の光増幅器と、該第1の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入か通過を切替える光スイッチと、該光スイッチからの出力を増幅する第2の光増幅器と、上流からの波長分割多重光のチャンネル数に従って該第1の光増幅器の出力が一定になるように制御し、前記波長分割多重光のチャンネル数が変化したときに該第1の光増幅器の出力を一定にする制御を中止し、所定の時間が経過した後に再開する制御装置とを備えた光伝送装置が提供される。

【 0 0 1 6 】

また、本発明によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適合する閉ループトポロジーに沿って複数設けて使用される装置が提供される。この装置は、入力した信号光を増幅する第1の光増幅器と、第1の光増幅器から出力した信号光を複数の光信号に分ける光デマルチプレクサと、光デマルチプレクサから出力した複数の光信号に対して動作する光スイッチと、光スイッチから出力した複数の光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、光マルチプレクサから出力された信号光を増幅する第2の光増幅器と、第1及び第2の光増



幅器を制御する制御ユニットとを備えている。制御ユニットは、当該ノードから出力されるWDM信号光のチャンネル数を直下流側のノードに伝達する第1の手段と、当該ノードに伝達されたチャンネル数に従って第1の光増幅器の出力が一定になるように制御する第2の手段と、第2の手段による制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光スイッチを制御する第3の手段とを含む。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の他の側面によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適合する閉ループトポロジに沿って複数設けて使用される装置が提供される。この装置は、入力した信号光を増幅する第1の光増幅器と、第1の光増幅器から出力した信号光を複数の光信号に分ける光デマルチプレクサと、光デマルチプレクサから出力した複数の光信号に対して動作する光スイッチと、光スイッチから出力した複数の光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、光マルチプレクサから出力された信号光を増幅する第2の光増幅器と、第1及び第2の光増幅器を制御する制御ユニットとを備えている。制御ユニットは、当該ノードから出力されるWDM信号光のチャンネル数を直下流側のノードに伝達する第1の手段と、当該ノードに伝達された前記チャンネル数に従って第1の光増幅器の出力が一定になるように制御する第2の手段と、伝送されたチャンネル数が変化したときに第2の手段による制御を中断する第3の手段と、第3の手段による中断から複数のノードでそれぞれ異なる時間が経過した後に第2の手段による制御を再開する第4の手段とを含む。

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジを提供するステップと、閉ループトポロジに沿って各々光増幅器を含む複数のノードを設けるステップと、各ノードを制御するステップとを備えた方法が提供される。制御するステップは、直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように制御する第1のステップと、第1のステップによる制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数

の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光信号を遮断する第2のステップとを含む。

## 【0019】

また、本発明によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジと、閉ループトポロジに沿って設けられ各々光増幅器を含む複数のノードとを備えた装置が提供される。各ノードは、直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御する第1の手段と、第1のステップによる制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光信号を遮断する第2の手段とを含む装置が提供される。

## 【0020】

また、本発明によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジを提供するステップと、閉ループトポロジに沿って各々光増幅器を含む複数のノードを設けるステップと、各ノードを制御するステップとを備えた方法が提供される。制御するステップは、直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように制御する第1のステップと、伝送されたチャンネル数が変化したときに第1のステップによる制御を中断する第2のステップと、第2のステップによる中断から前記複数のノードでそれぞれ異なる時間が経過した後に第1のステップによる制御を再開する第3のステップとを含む。

## 【0021】

また、本発明によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジと、閉ループトポロジに沿って設けられ各々光増幅器を含む複数のノードとを備えた装置が提供される。各ノードは、直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように光増幅器を制御する第1の手段と、伝送されたチャンネル数が変化したときに第1の手段による制御を中

断する第2の手段と、第2のステップによる中断から前記複数のノードでそれぞれ異なる時間が経過した後に前記第1の手段による制御を再開する第3の手段とを備えている。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。

#### 【0023】

図1を参照すると、本発明を適用可能な閉ループトポロジによるネットワークが示されている。このネットワークは、光ファイバ伝送路2によって提供される閉ループトポロジCLTと、閉ループトポロジCLTに沿って設けられるノード4とを備えている。ここでは、六つのノード4（#1～#6）が示されている。この閉ループトポロジCLTは、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適合する。

#### 【0024】

各ノード4は、光ファイバ伝送路2から入力したWDM信号光を増幅する第1の光増幅器としてのプリアンプ6と、プリアンプ6から出力した信号光を複数の光信号に分ける光デマルチプレクサ（DMUX）8と、光デマルチプレクサ8から出力した複数の光信号に対して動作する光スイッチ10と、光スイッチ10から出力した複数の光信号を波長分割多重する光マルチプレクサ（MUX）12と、光マルチプレクサ12から出力された信号光を増幅する第2の光増幅器としてのホストアンプ14とを備えている。

#### 【0025】

プリアンプ6は、光ファイバ伝送路2での損失を補うための光増幅器であり、伝送路損失の偏差を補償するために、AGC（自動利得制御）に加えてALC（自動レベル制御）による出力一定制御の機能を備えている。

#### 【0026】

光スイッチ10では、当該光信号の波長に応じて、入力から出力へ通過する経路（Through）、ノード4の外部へ出力する分岐の経路（Drop）、ノード4の外部から光信号を挿入する経路（Add）の三つの経路が選択される。

これらの経路の選択は全ノードで独立して設定可能であり、この設定により任意の光信号を特定のノードから別のノードまで伝送することができる。

## 【 0 0 2 7 】

ポストアンプ 1 4 はノード 4 内で損失した分を補償する光増幅器である。一般的には、そのような損失補償に対しては A G C だけで十分であるが、プリアンプ 6 と同様に A L C の機能が備わっていてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

このようにポストアンプ 1 4 においては、通常は光スイッチ 1 0 によって光信号レベルが補償されているので、A G C だけでも十分であるが、プリアンプ 6 においては、伝送路損失の偏差を補償するために A L C が不可欠である。そして、A L C では、プリアンプ 6 のトータル光出力パワーによってフィードバック制御を行うので、その時点での WDM 信号光の波長チャネル数に関する情報が必要である。これをより具体的に説明する。

## 【 0 0 2 9 】

図 2 の ( A ) 及び ( B ) を参照すると、それぞれ A G C 及び A L C を行っている状態で WDM 信号光のチャネル数が変化した場合が示されている。図 2 の ( A ) に示されるように、利得が 3 に固定された A G C では、チャネル数が 2 チャネルから 3 チャネルに増大しても出力レベルは変化しない。これに対して、トータル出力が 6 に固定された A L C では、図 2 の ( B ) に示されるように、チャネル数が 2 チャネルから 3 チャネルに変化すると、出力の各チャネルのレベルは低下する。

## 【 0 0 3 0 】

従って、A L C を行ってトータル出力を一定に保つためには、A L C の出力目標値をチャネル数に応じて設定するために、チャネル数に関する情報が必要になる。

## 【 0 0 3 1 】

いま、図 1 に示される閉ループトポロジーにおいて、全てのノード 4 ( # 1 ~ # 6 ) を同時に立ち上げる場合を考える。この場合各ノード 4 においては、プリアンプ 6 の A L C が安定になるまでの時間を必要とする。この際、各ノード 4 に

おけるプリアンプ 6 の A L C が収束していないときには、結果としてそのプリアンプ 6 に入力される W D M 信号光のチャンネル数が決定されず、うまく立ち上がらないという問題がある。このような問題に対処するために、例えば従来は次のような制御が行われている。

#### 【 0 0 3 2 】

第 1 に、A L C を伴わない制御とするものである。利得が一定な A G C のみの光増幅器を用いることで、閉ループトポロジに対しての制約に対して対応する。しかし、この方法であると、伝送路損失の偏差を許容することができないので、各ノード 4 の初期立ち上げ時に際しては、保守者による対応（現地調整）が必要になる。

#### 【 0 0 3 3 】

第 2 に、立ち上げ時に閉ループトポロジをオープンリング化するものである。初期立ち上げに際して、閉ループトポロジの一部を切断し、あるいは特定のノード 4 の立ち上げを行わないようにして、オープンリングネットワークトポロジとすることで、A L C を行う光増幅器の入力パワー（チャンネル数情報）を決定することができるように対応するものである。しかし、この方法においても、初期立ち上げに際しては固有のノードの設定を行う必要があり、保守者による対応が必要になる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 は本発明によるシステムの第 1 実施形態を示すブロック図である。ここでは、各ノード 4 の光スイッチ 1 0 の動作に従って、ノード 4（＃ 1）では 1 チャンネルの光信号がドロップされると共に 1 チャンネルの光信号がアッドされ、ノード 4（＃ 2）では 2 チャンネルの光信号がアッドされ、ノード 4（＃ 3）では 1 チャンネルの光信号がドロップされ、ノード 4（＃ 4）では 1 チャンネルの光信号がドロップされ、ノード 4（＃ 5）では 1 チャンネルの光信号がアッドされ、ノード 4（＃ 6）では 1 チャンネルの光信号がドロップされている。

#### 【 0 0 3 5 】

この実施形態は、各ノード 4 のポストアンプ 1 4 に当該ノード 4 でアッドされた光信号のみが供給され得るように光スイッチ 1 0 が光路の遮断を行い得るよう

にしている点で特徴付けられる。

#### 【 0 0 3 6 】

より特定のには、各ノード4の光スイッチ10の内部には、スイッチ記号で示されるスイッチ機能が提供されており、このスイッチ機能は、システムの通常運用状態ではオン（通過）状態にされ、システムの初期立ち上げに際しては、予め定められた時間だけオフ（遮断）状態にされる。

#### 【 0 0 3 7 】

上述のアド／ドロップの状態の例示及び光スイッチ10の動作に伴って、各ノード4における光スイッチ10の入力及び出力での波長数（チャネル数）は以下ようになる。ノード4（＃1）の入力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数は0、出力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数は1である。ノード4（＃2）の入力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数は1、出力では、設定情報による波長数は3、スイッチでの規制による波長数は2である。ノード4（＃3）の入力では、設定情報による波長数は3、スイッチでの規制による波長数は2、出力では、設定情報による波長数は2、スイッチでの規制による波長数は0である。ノード4（＃4）の入力では、設定情報による波長数は2、スイッチでの規制による波長数は0、出力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数は0である。ノード4（＃5）の入力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数は0、出力では、設定情報による波長数は2、スイッチでの規制による波長数は1である。ノード4（＃6）の入力では、設定情報による波長数は2、スイッチでの規制による波長数は1、出力では、設定情報による波長数は1、スイッチでの規制による波長数はゼロである。

#### 【 0 0 3 8 】

図3に示されるシステムを立ち上げる場合には、各ノード4の光スイッチ10を前述したような遮断状態にしてプリアンプ6に入力する信号光の波長数を確定させ、その状態でALCが安定になるようにする。例えば、ノード4（＃2）では、プリアンプ6のALCが安定になっていないので光スイッチ10を遮断状態にする。こうすると、ノード4（＃2）のポストアンプ14には、そのノード4

(#2) でアッドされている2波長の光信号のみが入力される。この場合、ノード4 (#2) の直下流側のノード4 (#3) では、ノード4 (#2) のポストアンプ14と同様2波長の光信号のみがノード4 (#3) のプリアンプ6に入力されることになる。

## 【0039】

従って、ノード4 (#3) ではプリアンプ6に入力される信号光の波長数が確定するので、その波長数に応じてプリアンプ6のトータル出力パワーを設定し、ALCを開始する。そのALCが収束すると、ノード4 (#3) の光スイッチ10が遮断状態から通過状態にされることとなる。

## 【0040】

このように、本実施形態によると、他のノードの状態によらず次ノードのプリアンプの状態によってのみ光スイッチを制限することで、閉ループトポロジを維持したままALCによる立ち上げを実現することができる。

## 【0041】

図4は図3に示されるシステムの各ノード4のブロック図である。ノード4は、そのノード4の直上流側のノード4からの信号(例えば光信号)に基づき監視情報を得るための光監視回路(OSC)16を有している。この監視情報には、例えば、直上流側のノード4からこのノード4に伝送されてくるWDM信号光の波長情報(波長数に関する情報)が含まれている。監視回路16からの波長情報はプリアンプ6、もう一つの光監視回路18及び制御ユニット20に送られる。プリアンプ6では、供給された波長情報に基づきALCにおけるトータル出力光パワーの目標値が設定される。

## 【0042】

制御ユニット20は、プリアンプ6におけるALCが収束するまで、このノード4でアッドされる単一又は複数の光信号以外の光信号がこのノード4から出力されなくなるように、プリアンプ6及び/又は光スイッチ10を制御する。

## 【0043】

光監視回路18は、光監視回路16からの波長情報及び光スイッチ10又は光マルチプレクサ12からの波長情報に基づきこのノード4における新たな波長情

報を生成し、生成された波長情報を含む監視情報をこのノード4の直下流側のノード4に送り出す。

【0044】

図5は本発明によるシステムの第2実施形態を示すブロック図である。図3に示されるシステムでは、各ノード4でALCが収束するまで特定の光信号を遮断するために光スイッチ10の機能を用いている。これに対して、図5に示されるシステムでは、光スイッチ10の内部に付加的に設けられている光アッテネータ(ATT)を最大減衰量にすることによって、各ノード4のALCが収束するまで特定の光信号を遮断するようにしている。

【0045】

一般的に、WDMが適用される伝送装置では、光信号のレベル差を補償するために、光信号毎に光パワーの減衰量を変化させる光アッテネータが用いられている。ここでは、これらの光アッテネータは光スイッチ10の内部に設けられているとしたが、光アッテネータは、光デマルチプレクサ8及び光スイッチ10の間あるいは光スイッチ10及び光マルチプレクサ12の間に設けられていてもよい。

【0046】

このように、本実施形態では、WDM信号光の光信号のレベル差を補償するために用いられる光アッテネータを本発明の実施のために兼用しているので、装置構成を簡単にすることができる。また、図3に示される実施形態と対比して、光スイッチ10の制御を簡単に行うことができる。

【0047】

このように、図3及び図5の実施形態では、各ノード4におけるALCが収束するまで(例えば、ALCが開始されてから予め定められた時間が経過するまで)、そのノード4でアッドされる単一又は複数の光信号以外の光信号がそのノード4から出力されなくなるように光信号が遮断される。

【0048】

これに対して、以下で説明する実施形態では、各ノード4において、入力するWDM信号光の波長チャネル数が変化したときにALCを中断し、この中断から



ノード4毎にそれぞれ異なる時間が経過した後にA L Cを再開するようにしている。具体的には次の通りである。

## 【 0 0 4 9 】

図6は本発明によるシステムの第3実施形態を示すブロック図、図7は図6に示される各ノード4の構成例を示すブロック図である。図7に示されるように、この実施形態で使用されるノード4は、図4に示される実施形態と対比して、制御ユニット20（図4参照）に代えて乱数発生器22及びステータスマシン24を有している点で特徴付けられる。

## 【 0 0 5 0 】

乱数発生器22は、光監視回路16からの波長情報に基づき、そのノード4に入力されるWDM信号光の波長数が変化したときに、その時点からのランダムな時間を計算するための乱数データを生成する。ステータスマシン24は、前述の波長数の変化と同時にプリアンプ6におけるA L Cを中断し、乱数発生器20から供給される乱数データに従って計算される時間経過した後そのA L Cを再開する。

## 【 0 0 5 1 】

例えば、ステータスマシン24は、プリアンプ6におけるA L C中断時には、プリアンプ6においてA G Cがなされるように切り換えを行う。A G Cは、プリアンプ6の入力レベル及び出力レベルを検知し、これらの比が一定になるようにポンプ条件等を制御することで実施可能である。また、A L Cは、プリアンプ6の出力レベルを検知し、その値が一定になるようにポンプ条件等を制御することで実施可能である。

## 【 0 0 5 2 】

図6に示されるシステムの初期立ち上げを行う場合、各ノード4で独立してプリアンプ6のA L Cを立ち上げようと制御を開始する。A L Cが安定になるまでは正常に光出力が安定していないので、波長数情報は零となる。このため、プリアンプ6は当該ノード4でアッドされている光信号の波長数でのA L Cを実行していることになる。

## 【 0 0 5 3 】

ところが、あるノード（例えばノード4（＃2））でプリアンプ6がA L Cの立ち上げを完了すると、そのノード4（＃2）では光信号の通過設定があるので、ポストアンプ14に入力する光信号の波長数が変化してしまう。すると、直下流側のノード（ここではノード4（＃3））のプリアンプ6に入力する光信号の数が変化してしまう。プリアンプ6でA L Cを行うためには、入力信号光の波長数が確定している必要があるので、そのままノード4（＃3）でA L Cを立ち上げようとする、誤った光出力レベルとなってしまう。

## 【0054】

本実施形態では、波長数が変化したときには一時的にプリアンプ6におけるA L CをA G Cに切換えて、再度A L Cを新規に立ち上げるようにしている。しかし、この切り換え及び新規の立ち上げを複数のノード4で同時に行うと、結果としてA L Cが永久に収束することができないという事態が想定される。そこで、本実施形態では、複数のノード4で同じタイミングでA L Cの新規立ち上げがなされないようにするために、A L Cが中断されてから複数のノード4で異なる時間が経過した後にA L Cの新規立ち上げを行うようにしているのである。

## 【0055】

これにより閉ループトポロジーにおける装置の初期立ち上げを安定に実施することができ、本発明の目的が達成される。

## 【0056】

図8は本発明によるシステムの第4実施形態を示すブロック図である。図6に示される実施形態では、プリアンプ6に入力する信号光の波長数が変化したときに、プリアンプ6の制御形態の設定を一時的にA L CからA G Cに変更している。これに対して、本実施形態では、プリアンプ6に入力する信号光の波長数が変化したときに、プリアンプ6の出力それ自体が遮断されるようにプリアンプ6を制御するようにしている。

## 【0057】

このような制御によっても、閉ループトポロジーにおける装置の初期立ち上げを安定に実施することができ、本発明の目的が達成される。

## 【0058】

図 9 は本発明によるシステムの第 5 実施形態を示すブロック図、図 1 0 は図 9 に示される各ノード 4 の構成例を示すブロック図である。

#### 【 0 0 5 9 】

図 6 及び図 7 の実施形態では、各ノード 4 のプリアンプ 6 で A L C が中断されてから、複数のノード 4 で異なる時間が経過した後に A L C の新規立ち上げを行うようにするために、乱数データに従ってその経過時間を得るようにしている。

#### 【 0 0 6 0 】

これに対して本実施形態では、複数のノード 4 で異なる時間が経過した後に A L C の新規立ち上げを行うために、本実施形態では、図 1 0 に示されるように、乱数発生器 2 2 に代えて固有値発生器 2 6 を用いて制御ユニットを構成している。

#### 【 0 0 6 1 】

固有値発生器 2 6 は、光監視回路 1 6 からの波長情報に基き、そのノード 4 に入力される WDM 信号光の波長数が変化したときに、その時点からのそのノードに固有な時間を計算するための固有値データを生成する。ステータスマシン 2 4 は、前述の波長数の変化と同時にプリアンプ 6 における A L C を中断し、固有値発生器 2 6 から供給される固有値データに従って計算される時間経過した後にその A L C を再開する。例えば、ステータスマシン 2 4 は、プリアンプ 6 における A L C 中断時には、プリアンプ 6 の出力が遮断されるように切り換えを行う。

#### 【 0 0 6 2 】

図 9 に示されるシステムの初期立ち上げを行う場合、各ノード 4 で独立してプリアンプ 6 の A L C を立ち上げようと制御を開始する。A L C が安定になるまでは正常に光出力が安定していないので、波長数情報は零となる。このため、プリアンプ 6 は当該ノード 4 でアッドされている光信号の波長数での A L C を実行していることになる。

#### 【 0 0 6 3 】

ところが、あるノード（例えばノード 4（＃ 2））でプリアンプ 6 が A L C の立ち上げを完了すると、そのノード 4（＃ 2）では光信号の通過設定があるので、ポストアンプ 1 4 に入力する光信号の波長数が変化してしまう。すると、直下

流側のノード（ここではノード 4（＃ 3））のプリアンプ 6 に入力する光信号の数が変化してしまう。プリアンプ 6 で A L C を行うためには、入力信号光の波長数が確定している必要があるので、そのままノード 4（＃ 3）で A L C を立ち上げようとする、誤った光出力レベルとなってしまう。

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、波長数が変化したときには一時的にプリアンプ 6 における A L C を遮断状態に切換えて、再度 A L C を新規に立ち上げるようにしている。しかし、この切り換え及び新規の立ち上げを複数のノード 4 で同時に行うと、結果として A L C が永久に収束することができないという事態が想定される。そこで、本実施形態では、複数のノード 4 で同じタイミングで A L C の新規立ち上げがなされないようにするために、A L C が中断されてから複数のノード 4 で異なる時間が経過した後に A L C の新規立ち上げを行うようにしているのである。

【 0 0 6 5 】

これにより閉ループトポロジにおける装置の初期立ち上げを安定に実施することができ、本発明の目的が達成される。

【 0 0 6 6 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 0 6 7 】

（付記 1） 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光に適合する閉ループトポロジに沿って複数設けて使用される装置であって、

入力した信号光を増幅する第 1 の光増幅器と、

前記第 1 の光増幅器から出力した信号光を複数の光信号に分ける光デマルチプレクサと、

前記光デマルチプレクサから出力した複数の光信号に対して動作する光スイッチと、

前記光スイッチから出力した複数の光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

前記光マルチプレクサから出力された信号光を増幅する第 2 の光増幅器と、

前記第 1 及び第 2 の光増幅器を制御する制御ユニットとを備え、

前記制御ユニットは、当該ノードから出力されるWDM信号光のチャンネル数を直下流側のノードに伝達する第1の手段と、当該ノードに伝達された前記チャンネル数に従って前記第1の光増幅器の出力が一定になるように制御する第2の手段と、前記第2の手段による制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように前記光スイッチを制御する第3の手段とを含む装置。

## 【 0 0 6 8 】

(付記2) 前記第3の手段は前記光スイッチのパスを切替える手段を含む付記1記載の装置。

## 【 0 0 6 9 】

(付記3) 前記第3の手段は前記光スイッチを通過する光信号を減衰させる手段を含む付記1記載の装置。

## 【 0 0 7 0 】

(付記4) 複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適合する閉ループトポロジーに沿って複数設けて使用される装置であって、

入力した信号光を増幅する第1の光増幅器と、  
前記第1の光増幅器から出力した信号光を複数の光信号に分ける光デマルチプレクサと、

前記光デマルチプレクサから出力した複数の光信号に対して動作する光スイッチと、

前記光スイッチから出力した複数の光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

前記光マルチプレクサから出力された信号光を増幅する第2の光増幅器と、

前記第1及び第2の光増幅器を制御する制御ユニットとを備え、

前記制御ユニットは、当該ノードから出力されるWDM信号光のチャンネル数を直下流側のノードに伝達する第1の手段と、当該ノードに伝達された前記チャンネル数に従って前記第1の光増幅器の出力が一定になるように制御する第2の手段と、前記伝送されたチャンネル数が変化したときに前記第2の手段による制御を中断する第3の手段と、前記第3の手段による中断から前記複数のノードでそれぞ

れ異なる時間が経過した後に前記第 2 の手段による制御を再開する第 4 の手段とを含む装置。

【 0 0 7 1 】

(付記 5) 前記第 3 の手段は前記第 1 の光増幅器の出力を遮断する手段を含む付記 4 記載の装置。

【 0 0 7 2 】

(付記 6) 前記第 3 の手段は前記第 1 の光増幅器の制御を自動利得制御に切換える手段を含む付記 4 記載の装置。

【 0 0 7 3 】

(付記 7) 前記第 4 の手段は前記異なる時間を得るための乱数発生器を含む付記 4 記載の装置。

【 0 0 7 4 】

(付記 8) 前記第 4 の手段は前記異なる時間を得るための固有値発生器を含む付記 4 記載の装置。

【 0 0 7 5 】

(付記 9) 前記固有値発生器は前記複数のノードで異なる値を記憶している付記 8 記載の装置。

【 0 0 7 6 】

(付記 1 0) 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジを提供するステップと、

前記閉ループトポロジに沿って各々光増幅器を含む複数のノードを設けるステップと、

各ノードを制御するステップとを備え、

前記制御するステップは、

直上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように制御する第 1 のステップと、

前記第 1 のステップによる制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光信号を遮断する第 2 のステップとを含む方法。

【 0 0 7 7 】

（付記 1 1） 前記第 2 のステップは前記複数の光信号に対して動作する光スイッチを提供するステップを含む付記 1 0 記載の方法。

【 0 0 7 8 】

（付記 1 2） 前記第 2 のステップは前記複数の光信号を減衰させる減衰器を提供するステップを含む付記 1 0 記載の方法。

【 0 0 7 9 】

（付記 1 3） 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジーと、

前記閉ループトポロジーに沿って設けられ各々光増幅器を含む複数のノードとを備え、

各ノードは、

直上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御する第 1 の手段と、

前記第 1 の手段による制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光信号を遮断する第 2 の手段とを含む装置。

【 0 0 8 0 】

（付記 1 4） 前記第 2 の手段は前記複数の光信号に対して動作する光スイッチを含む付記 1 3 記載の装置。

【 0 0 8 1 】

（付記 1 5） 前記第 2 の手段は前記複数の光信号を減衰させる減衰器を含む付記 1 3 記載の装置。

【 0 0 8 2 】

（付記 1 6） 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジーを提供するステップと、

前記閉ループトポロジーに沿って各々光増幅器を含む複数のノードを設けるステップと、

各ノードを制御するステップとを備え、

前記制御するステップは、

直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように制御する第1のステップと、

前記伝送されたチャンネル数が変化したときに前記第1のステップによる制御を中断する第2のステップと、

前記第2のステップによる中断から前記複数のノードでそれぞれ異なる時間が経過した後に前記第1のステップによる制御を再開する第3のステップとを備えた方法。

【0083】

(付記17) 前記第2のステップは前記光増幅器の出力を遮断するステップを含む付記16記載の方法。

【0084】

(付記18) 前記第2のステップは前記光増幅器の制御を自動利得制御に切り換えるステップを含む付記16記載の方法。

【0085】

(付記19) 前記第3のステップは前記異なる時間を得るための乱数発生器を提供するステップを含む付記16記載の方法。

【0086】

(付記20) 前記第3のステップは前記異なる時間を得るための固有値発生器を提供するステップを含む付記16記載の方法。

【0087】

(付記21) 前記固有値発生器は前記複数のノードで異なる値を記憶している付記20記載の方法。

【0088】

(付記22) 複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に適用可能な光ファイバを用いた閉ループトポロジーと、

前記閉ループトポロジーに沿って設けられ各々光増幅器を含む複数のノードとを備え、



各ノードは、

直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて前記光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御する第1の手段と、

前記伝送されたチャンネル数が変化したときに前記第1の手段による制御を中断する第2の手段と、

前記第2の手段による中断から前記複数のノードでそれぞれ異なる時間が経過した後に前記第1の手段による制御を再開する第3の手段とを備えた装置。

【0089】

(付記23) 前記第2の手段は前記光増幅器の出力を遮断する手段を含む付記22記載の装置。

【0090】

(付記24) 前記第2の手段は前記光増幅器の制御を自動利得制御に切換える手段を含む付記22記載の装置。

【0091】

(付記25) 前記第3の手段は前記異なる時間を得るための乱数発生器を含む付記22記載の装置。

【0092】

(付記26) 前記第3の手段は前記異なる時間を得るための固有値発生器を含む付記22記載の装置。

【0093】

(付記27) 前記固有値発生器は前記複数のノードで異なる値を記憶している付記26記載の装置。

【0094】

(付記28) 伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、

直上流側のノードから当該ノードに伝送されたWDM信号光のチャンネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように制御し、

前記光増幅器の出力が一定に引き込まれるまで上流からの光信号を下流に出力

しないことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 9 5 】

(付記 2 9) 伝送路中に挿入され波長分割多重された光信号を分岐・挿入する光伝送装置において、

上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御し、

前記波長分割多重された光信号のチャネル数が変化したときに出力一定制御を中止し所定の時間が経過した後に前記光増幅器の出力一定制御を再開することを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 9 6 】

(付記 3 0) 光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、

該光伝送路からの光を増幅する第 1 の光増幅器と、

該第 1 の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、

該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入か通過を切換える光スイッチと、

該光スイッチからの出力を増幅する第 2 の光増幅器と、

上流からの波長分割多重光のチャネル数に従って該第 1 の光増幅器の出力が一定になるように制御し、該第 1 の光増幅器の出力が一定に引き込まれるまでの間は該光スイッチによる挿入光以外を遮断する制御装置とを備えた光伝送装置。

【 0 0 9 7 】

(付記 3 1) 光伝送路に接続された波長分割多重光を分岐・挿入する光伝送装置において、

該光伝送路からの光を増幅する第 1 の光増幅器と、

該第 1 の光増幅器の出力を複数の波長に分ける光デマルチプレクサと、

該光デマルチプレクサで分離された波長の光と挿入する光を入力し分岐・挿入か通過を切換える光スイッチと、

該光スイッチからの出力を増幅する第 2 の光増幅器と、

上流からの波長分割多重光のチャネル数に従って該第 1 の光増幅器の出力が一

定になるように制御し、前記波長分割多重光のチャネル数が変化したときに該第 1 の光増幅器の出力を一定にする制御を中止し、所定の時間が経過した後に再開する制御装置とを備えた光伝送装置。

【 0 0 9 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、ノードの起動などが容易な光伝送装置の提供が可能になるという効果が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は本発明を適用可能な閉ループトポロジによるネットワークを示すブロック図である。

【図 2】

図 2 の (A) 及び (B) はそれぞれ A G C 及び A L C を行っている状態で W D M 信号光のチャネル数が変化した場合を説明するための図である。

【図 3】

図 3 は本発明によるシステムの第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 4】

図 4 は図 3 に示される各ノードの構成例を示すブロック図である。

【図 5】

図 5 は本発明によるシステムの第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 は本発明によるシステムの第 3 実施形態を示すブロック図である。

【図 7】

図 7 は図 6 に示される各ノードの構成例を示すブロック図である。

【図 8】

図 8 は本発明によるシステムの第 4 実施形態を示すブロック図である。

【図 9】

図 9 は本発明によるシステムの第 5 実施形態を示すブロック図である。

【図 1 0】

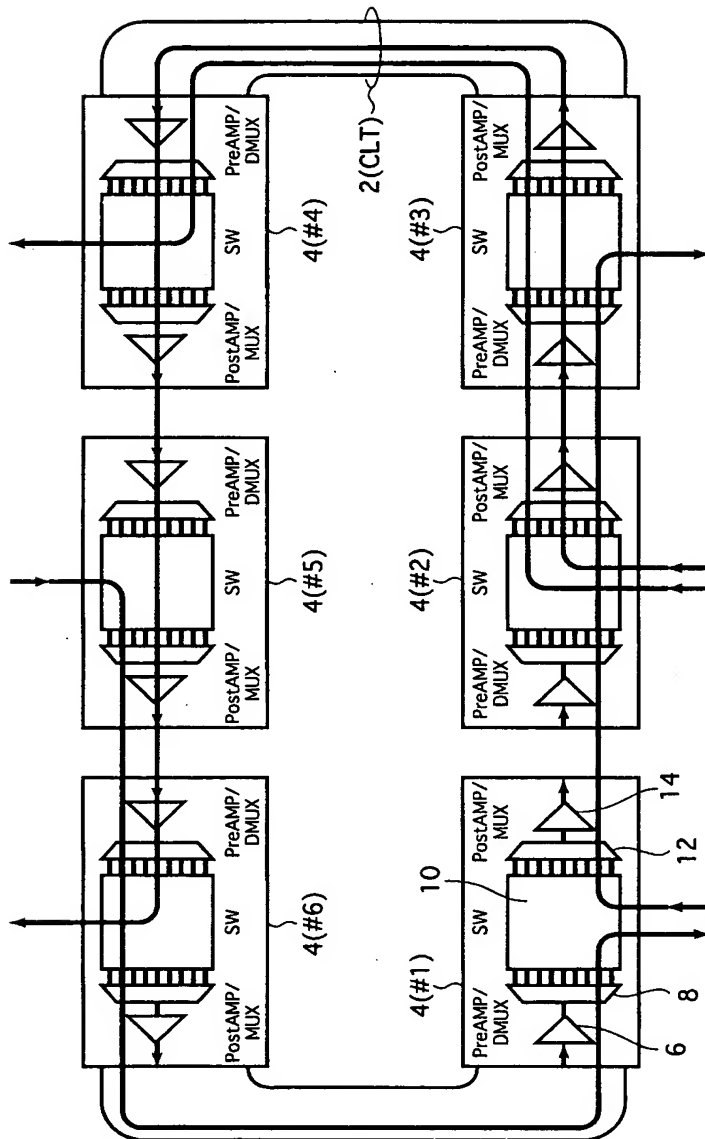
図 1 0 は図 9 に示される各ノードの構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

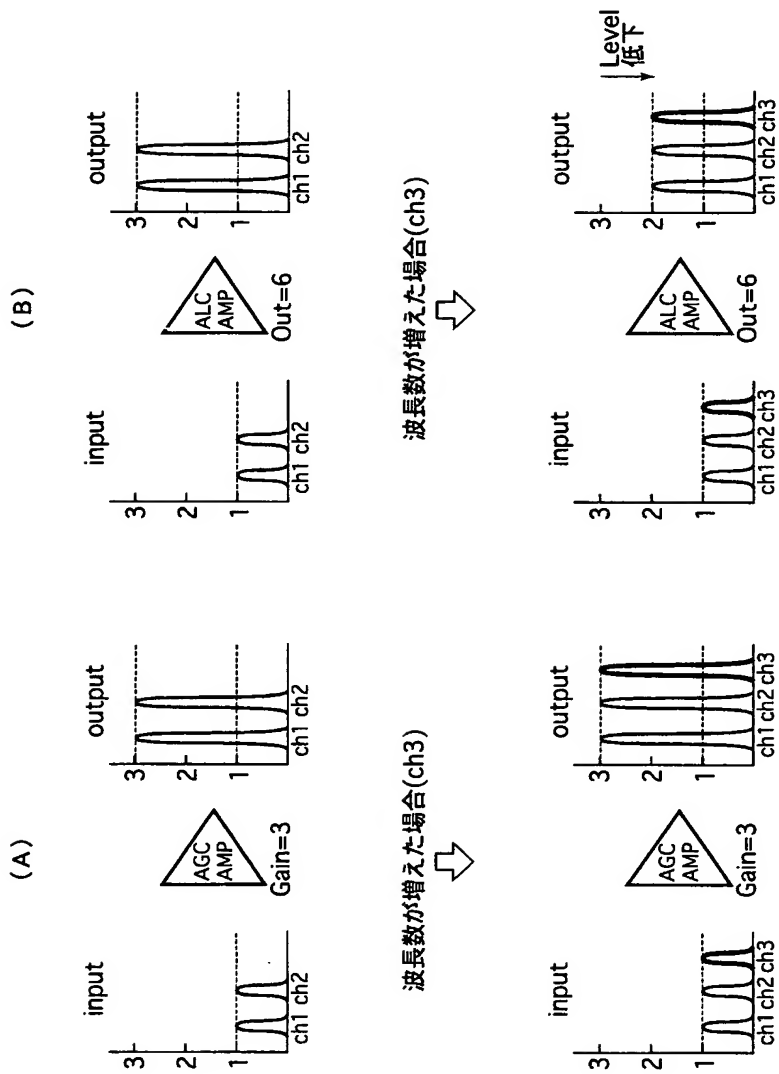
- 2 光ファイバ伝送路（閉ループトポロジー）
- 4 ノード
- 6 第 1 の光増幅器
- 8 光デマルチプレクサ
- 1 0 光スイッチ
- 1 2 光マルチプレクサ
- 1 4 第 2 の光マルチプレクサ
- 1 6, 1 8 光監視回路
- 2 0 制御ユニット
- 2 2 乱数発生器
- 2 4 ステートマシン
- 2 6 固有値発生回路

【書類名】 図面

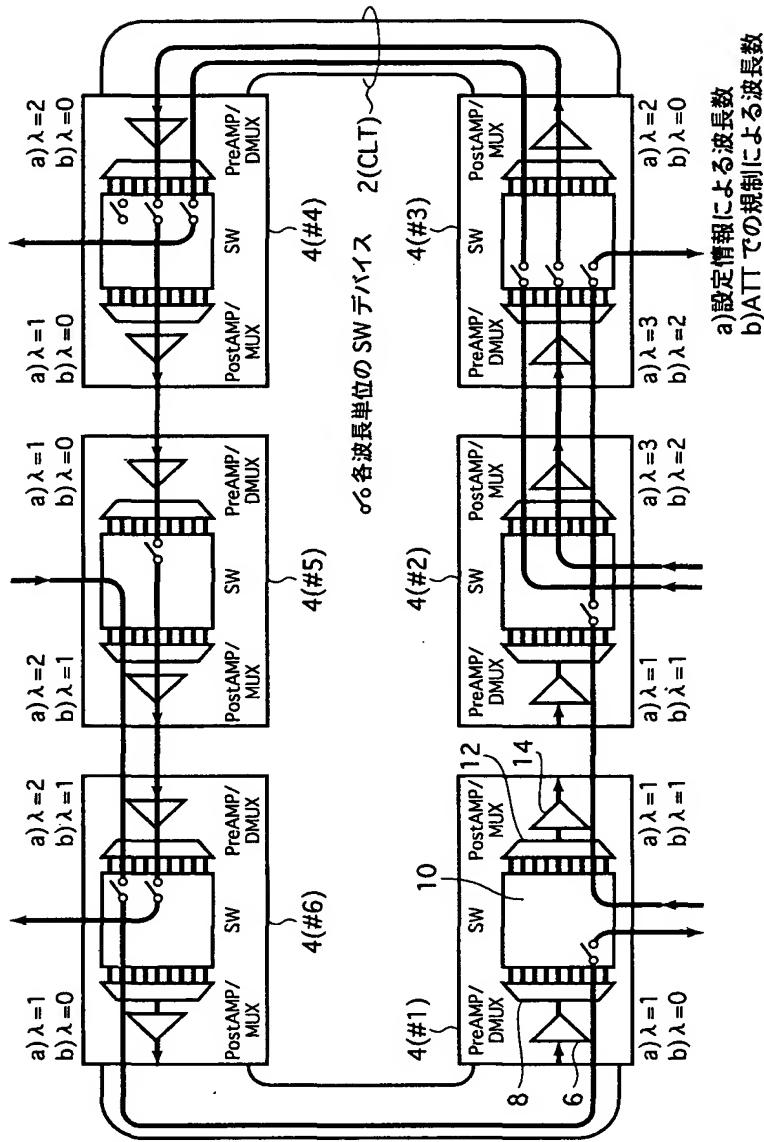
【図 1】



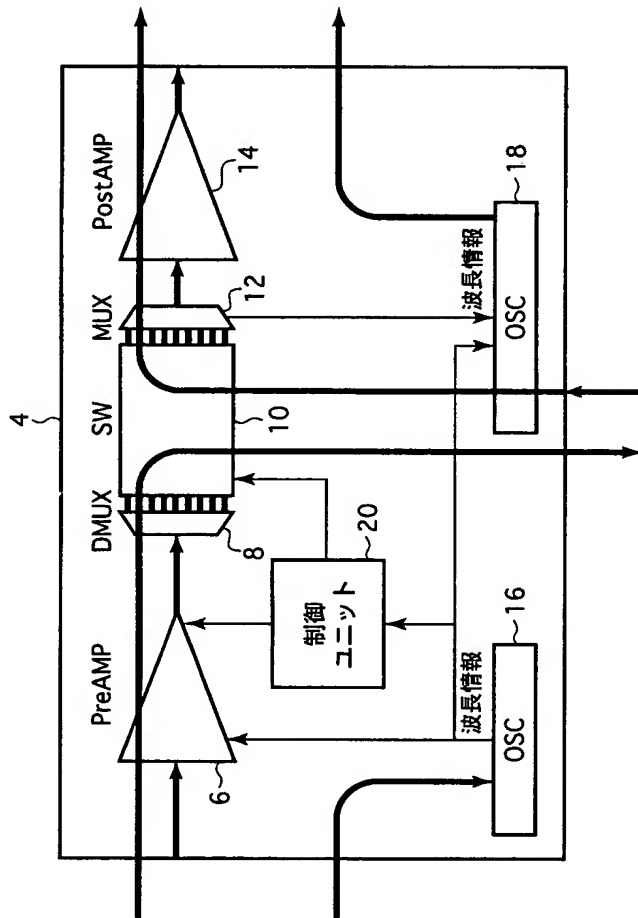
【図 2】



【図 3】

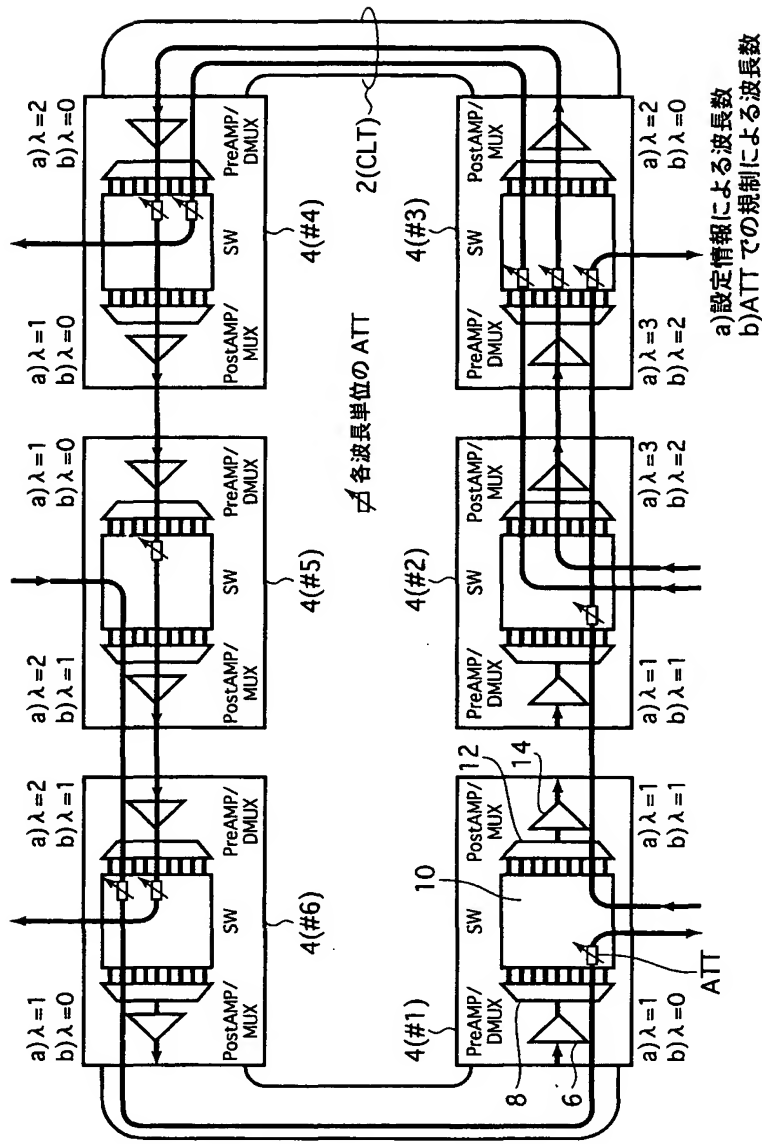


【図 4】

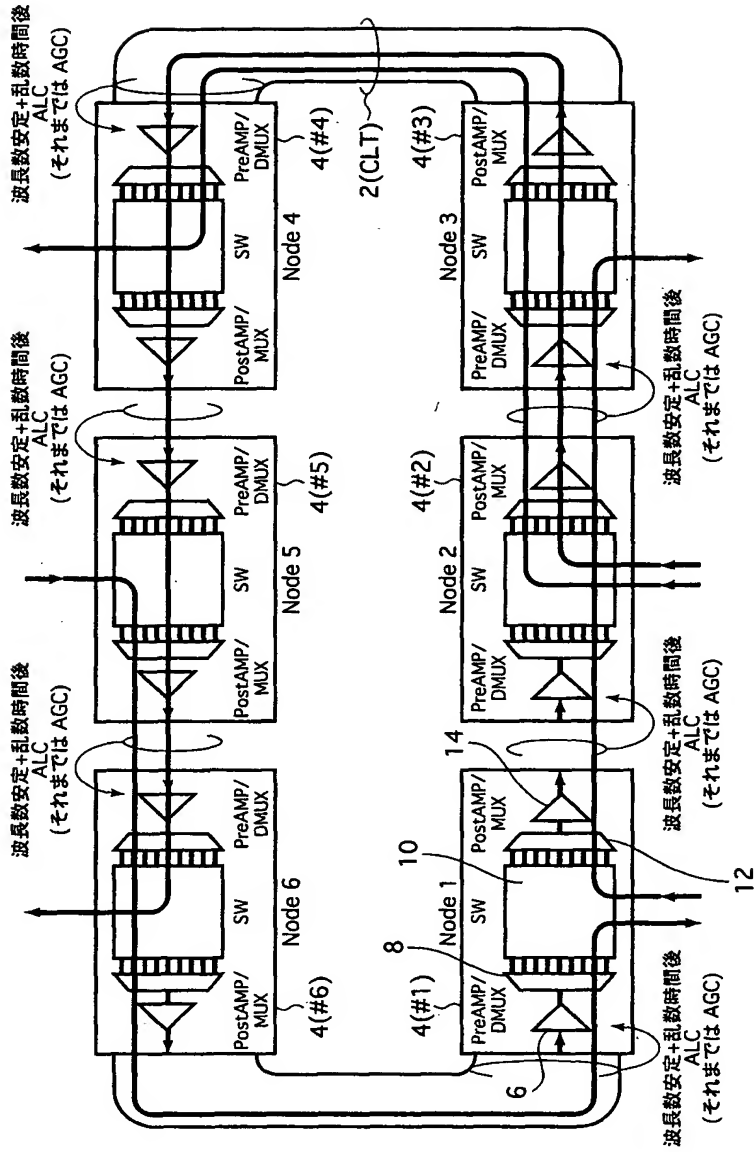




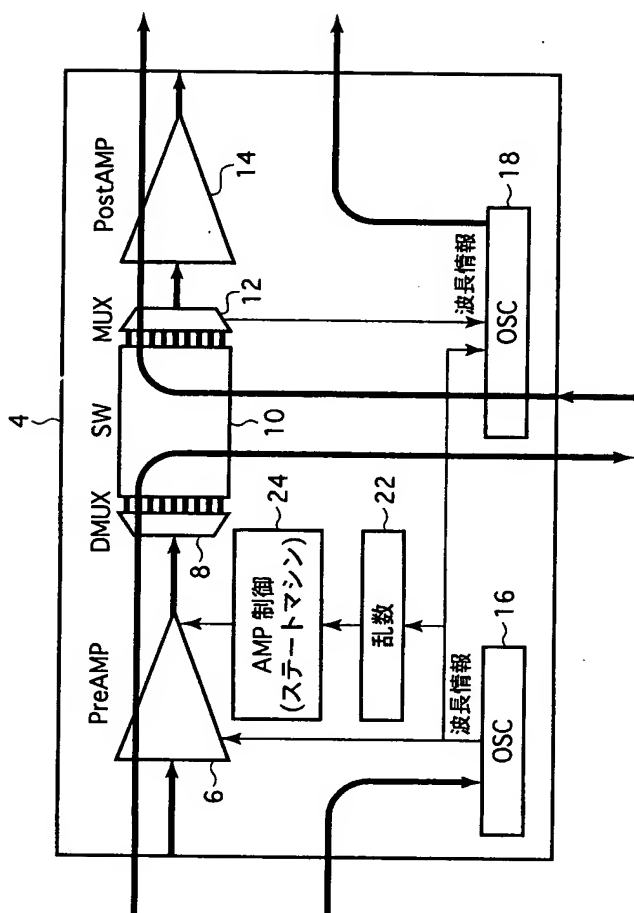
【図 5】



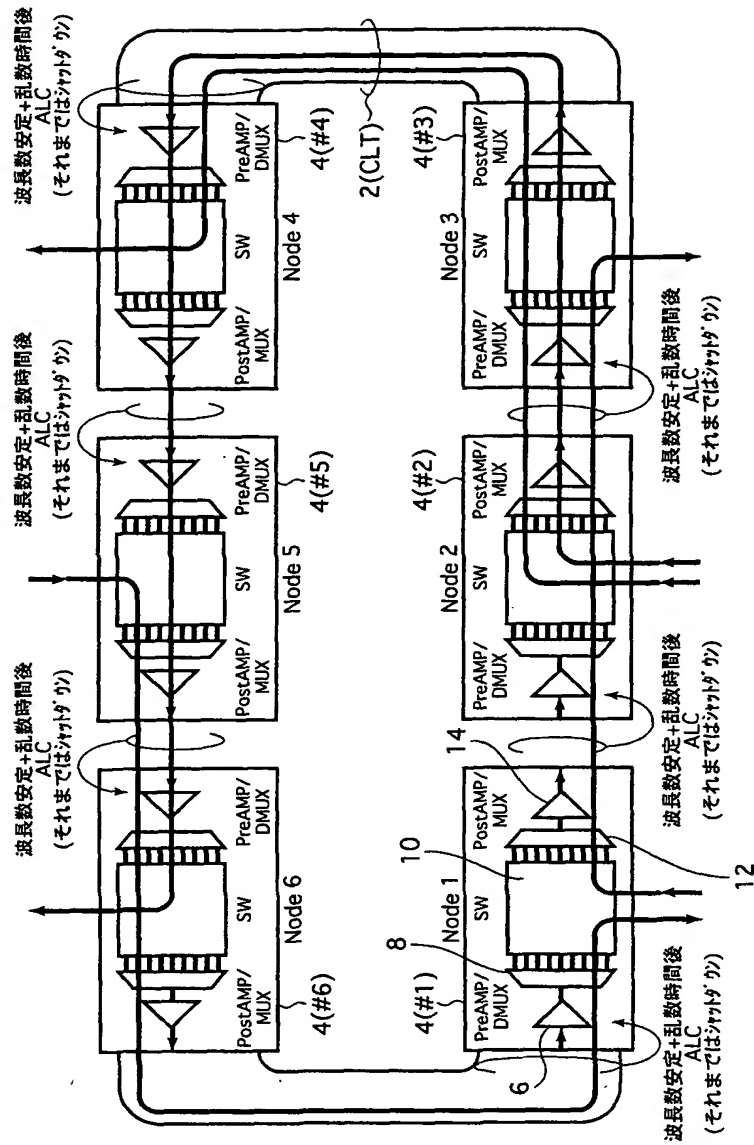
【図6】



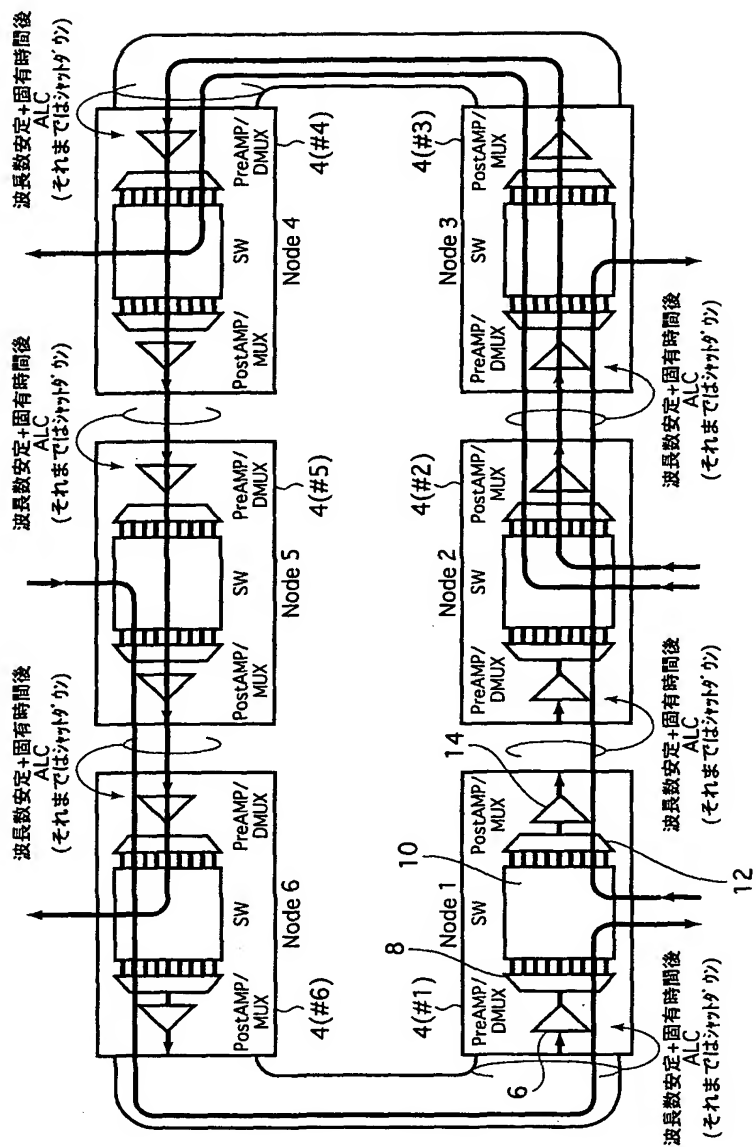
【図 7】



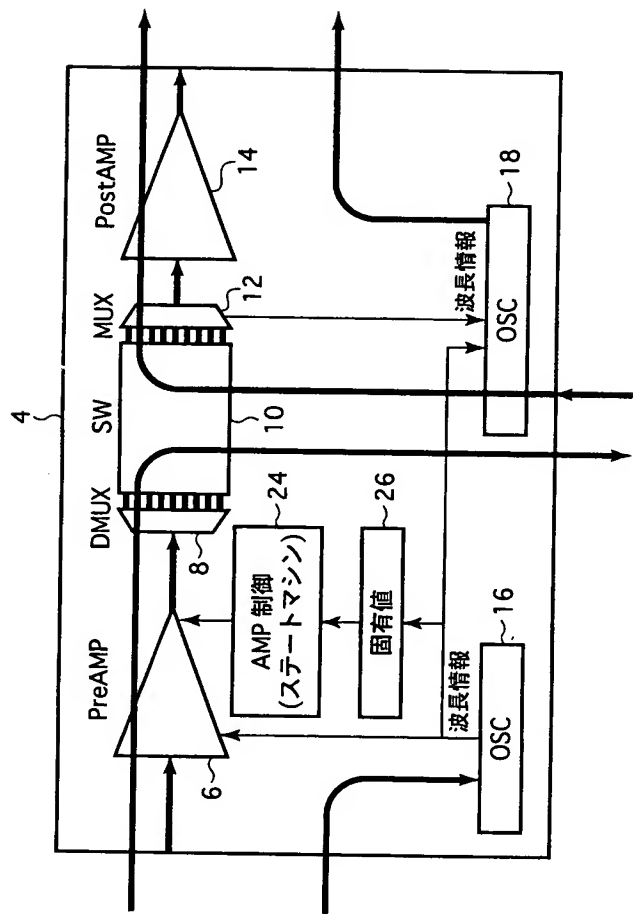
【図8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 閉ループトポロジに適用可能な光伝送装置に関し、ノードの起動を容易にすることが主な課題である。

【解決手段】 本発明による装置は、複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光に適用可能な光ファイバ 2 を用いた閉ループトポロジと、閉ループトポロジに沿って設けられ各々光増幅器 6 を含む複数のノード 4 とを備えている。各ノードは、直上流側のノードから当該ノードに伝送された WDM 信号光のチャンネル数に応じて光増幅器の出力が一定になるように前記光増幅器を制御する第 1 の手段と、第 1 のステップによる制御が収束するまで、当該ノードで加えられる単一又は複数の光信号以外の光信号が当該ノードから出力されなくなるように光信号を遮断する第 2 の手段とを含む。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社